

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 197 30 878 A 1

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
A61B 5/12  
G01 H 1/00

21 Aktenzeichen: 197 30 878.3  
22 Anmeldetag: 18. 7. 97  
43 Offenlegungstag: 22. 1. 98

DE 197 30 878 A 1

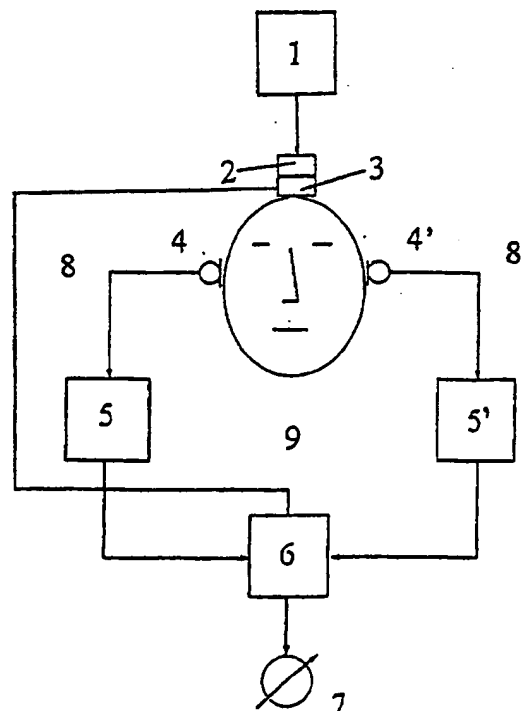
66 Innere Priorität:  
196 29 294.8 20.07.96

71 Anmelder:  
Technische Universität Dresden, 01069 Dresden, DE

72 Erfinder:  
Hofmann, Gert, Dr.-Ing.habil., 01129 Dresden, DE;  
Zahnert, Thomas, Dr.med., 01326 Dresden, DE

54 Anordnung zur objektiven Beurteilung des Funktionszustandes des menschlichen Hörorgans

57 Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur objektiven Beurteilung des Funktionszustandes des menschlichen Hörorgans, insbesondere des Mittelohrapparates, mit einer Einrichtung (1) zur Anregung einer Schwingung im Schädelknochen und einem Mittel (4; 4') zur Schallsignalmessung im Gehörgang. Erfindungsgemäß ist die Einrichtung (1) ein durchstimmbarer Tongenerator und zusätzlich für das Gegenohr ein weiteres Mittel (4; 4') zur Schallsignalmessung vorgesehen ist. Die Mittel (4; 4') sind über Verstärker (5; 5') mit der Auswerteeinheit (6) über die Zweige (8; 8') zur Verknüpfung der beiden Schallsignale nach Betrag und Phase, miteinander verbunden. Der Auswerteeinheit (6) ist eine Anzeigeeinrichtung (7) nachgeschaltet. Die von dem durchstimmbaren Tongenerator (1) herrührenden Schallanteile werden gleichzeitig in beiden Gehörgängen gemessen. Mit der Anordnung lassen sich objektive Aussagen über den Funktionszustand des Mittelohrapparates treffen.



DE 197 30 878 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur objektiven Beurteilung des Funktionszustandes des menschlichen Hörorgans gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Die Untersuchung der Ohren des Menschen erfolgt in der HNO-ärztlichen Praxis u. a. mit Hilfe des Stimmgabelversuches nach Weber; E.H. Weber, De pulsu, resorptione, auditu et tactu. pag. 41, abgedruckt aus dem Programme: Annotationes anatomicae et physiologicae. Prol. VI. d. XIII. mens. Nov. 1829. p. 2. Dabei wird mit Hilfe einer Stimmgabel der Schädel des Patienten über Knochenleitung zu Schwingungen angeregt. Der Patient wird nun befragt, an welcher Stelle der Ton wahrgenommen wird. Bei voller Funktion der Ohren wird der Ton normalerweise an der Stelle lokalisiert, an der die Stimmgabel aufgesetzt ist, bzw. in der medialen Ebene. Bei Patienten, die zu einer solchen Aussage nicht in der Lage sind, insbesondere bei Kleinkindern, führt der Versuch zu falschen oder keinen Ergebnissen.

Aus der DD 11 127 ist eine Anordnung zur Feststellung von Gehörschäden bekannt. Durch einen am Schädel befestigten Schallgeber mißt ein im Außenohr bzw. im Gehörgang einsetzbarer Schallempfänger die durch Knochenleitung angeregte Schwingung des Trommelfells. Nachteilig bei dieser Anordnung ist, daß als Indikator einer Mittelohrkrankung die Differenz der eingestrahnten und im Gehörgang gemessenen Schalleistung des gesunden zum kranken Ohr ins Verhältnis gesetzt werden muß. Dieses Verhältnis ist frequenzabhängig, und muß folglich für jeden Patienten für verschiedene Frequenzen zeitaufwendig bestimmt werden.

Außerdem ist aus der DE 26 33 308 A1 ein elektroakustisches Impedanzmeßbrückengerät bekannt. Hiermit wird über eine abgedichtete Meßsonde der sich im äußeren Gehörgang aufbauende Schalldruck, der von einem Schallgeber über die gleiche Meßsonde eingekoppelt wird, in Abhängigkeit der Trommelfellimpedanz gemessen. Die Anregung erfolgt über Luftleitung und läßt somit die Knochenleitungsphänomene unberücksichtigt.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, eine Anordnung anzugeben, bei der mittels Schallankopplung über Knochenleitung eine objektive Beurteilung von Mittelohrkrankungen bzw. Mittelohrveränderungen möglich ist.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Weiterbildungen und Ausgestaltungen sind Gegenstand von Unteransprüchen.

Die von einem durchstimmbaren Tongenerator erzeugten Schwingungen werden über Knochenleitung an beide Ohren transportiert und die für das Hören verantwortlichen Strukturen innerhalb der Cochlea in Schwingung versetzt. Daraus resultiert zunächst die Wahrnehmung des Tones überhaupt. Außerdem schwingt die Gehörknöchelchenkette bestehend aus Hammer, Amboss, Steigbügel und dem Trommelfell mit, einschließlich der vor dem Trommelfell befindlichen Luftsäule des Gehörgangs.

Erfindungsgemäß wird die Schwingung der Luftsäule in jedem Gehörgang von einem Mittel, vorzugsweise einem Mikrofon, gleichzeitig gemessen. Durch die Verknüpfung der am linken und rechten Ohr gemessenen Schallsignale werden knochenleitungsbezogene und frequenzabhängige nachteilige Signaldämpfungen bedeutungslos und die objektive Beurteilung des Mittelohres möglich.

Bei der Verknüpfung wird die Differenz oder der

Quotient getrennt nach Betrag und/oder Phase der gemessenen Schallsignale in einer entsprechenden Auswerteeinheit gebildet. Die Auswerteeinheit kann vorteilhaft über einen weiteren Zweig mit einem Bezugssignal versorgt werden, das von einem zwischen Tongenerator und Schädel befindlichen Schwingungsaufnehmer bereitgestellt wird. Damit lassen sich entstehende Phasendifferenzen ausgleichen.

Der Vorteil der erfindungsgemäßen Lösung besteht darin, daß das Ergebnis der Untersuchung frei von jedem subjektiven Einfluß des Patienten ist. Der technische Aufwand ist gering. Das Untersuchungsergebnis läßt sich in Zahlenwerten speichern, wodurch auch eine objektive Bewertung über einen bestimmten Zeitabschnitt möglich wird.

Zusätzlich lassen sich durch Verknüpfungen der Meßergebnisse mit den subjektiven Empfindungen des Patienten weitergehende diagnostische Aussagen treffen. Dazu zählt insbesondere eine Differenzierung zwischen Knochen- und Luftleitung sowie eine Bewertung der Schallempfindungsschwerhörigkeit.

Die Erfindung wird nachstehend an einem Ausführungsbeispiel an Hand der einzigen Fig. 1 näher erläutert.

Die Fig. 1 zeigt eine Darstellung einer erfindungsgemäßen Anordnung in Verbindung mit dem Hörorgan des Menschen. In der Anordnung sind zwei Zweige 8, 8' vorgesehen, die jeweils aus Mikrofon 4, 4' und einem Verstärker 5, 5' in Reihe bestehen. Die beiden Zweige sind über eine Auswerteeinheit 6 miteinander verbunden. Der Auswerteeinheit 6 ist ein Anzeigegerät 7 nachgeschaltet.

Außerdem ist ein Zweig 9 vorgesehen, der das Bezugssignal vom Schwingungsaufnehmer 3 an die Auswerteeinheit 6 liefert.

Die Mikrofone 4, 4' stehen mit der vor den Trommelfellen schwingenden Luftsäule in Verbindung. Im Ausführungsbeispiel sind die Mikrofone 1, 1' direkt in die Ohren mittels eines Adapters schalldicht eingesteckt. Die Mikrofone 4, 4' können auch mittels Stethoskopleitungen steckbar verbunden sein, so daß eine leichte Handhabung erreicht wird.

In den Zweigen 8, 8' ist neben der Signalverstärkung (Verstärker 5, 5') auch eine Filterung der Signale möglich. Damit können störende Frequenzen unter- und oberhalb der Erregerfrequenz gefiltert werden, die z. B. durch Atemgeräusche des Patienten oder Rauschen entstehen.

Die Anregung der Schwingungen erfolgt durch einen durchstimmbaren elektronischen Tongenerator, der verschiedene Frequenzen erzeugt und diese an den Knochenleitungshörer 2 abgibt. Zur Kontrolle der an den Schädel des Patienten abgegebenen Schwingung dient ein Schwingungsaufnehmer 3. Die Schwingungen liegen in einem Frequenzbereich von 800 Hz bis 2200 Hz. In diesem Frequenzbereich sind die Differenzen bzw. Quotienten der gemessenen Signale zwischen gesunden und kranken Ohr signifikant.

Sobald eine Störung der Mittelohrfunktion, hervorgerufen z. B. durch Defekte in der Gehörknöchelchenkette, vorliegt, liegen frequenzabhängig an den Mikrofonen 4, 4' unterschiedlich große Schallanteile an. Diese Schallanteile werden von der Auswerteeinheit 6 nach Amplitude und Phase getrennt verarbeitet und z. B. die Differenz oder der Quotient angezeigt.

Aus dem Differenz- oder Quotientensignal kann auf die Funktion der Gehörknöchelchenkette einschließlich des Trommelfells geschlossen werden. Zusätzliche In-

formationen können durch Phasenvergleiche beider Ohren über die Zweige 8, 8' bzw. 9 erhalten werden.

Durch Verknüpfung der Meßergebnisse mit den subjektiven Empfindungen des Patienten lassen sich weitergehende diagnostische Aussagen treffen, d. h. beispielsweise eine Differenzierung zwischen Knochen- und Luftleitung, also Defekte an Hammer, Amboß, Steigbügel oder Trommelfell, und cochleäre bzw. retrocochleäre Hörstörungen.

#### Patentansprüche

1. Anordnung zur objektiven Beurteilung des Funktionszustandes des menschlichen Hörorganes, insbesondere des Mittelohrapparates, mit einer Einrichtung (1) zur Anregung einer Schwingung im Schädelknochen und einem Mittel (4; 4') zur Schallsignalmessung im Gehörgang, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung (1) ein durchstimmbarer Tongenerator ist, zusätzlich für das Gegenohr ein weiteres Mittel (4; 4') zur Schallsignalmessung vorgesehen ist, die Mittel (4, 4') mit den Verstärkern (5, 5') und mit der Auswerteeinheit (6) über die Zweige (8, 8'), zur Verknüpfung der beiden Schallsignale nach Betrag und Phase, miteinander verbunden sind, der Auswerteeinheit (6) eine Anzeigeeinrichtung (7) nachgeschaltet ist, und die von dem durchstimmbaren Tongenerator (1) herrührenden Schallanteile gleichzeitig in beiden Gehörgängen gemessen werden.
2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteeinheit (6) die Differenz oder den Quotienten von Betrag und/oder Phase der von den Mitteln (4, 4') in den Gehörgängen gemessenen Schallsignale bildet.
3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Mittel (4, 4') Mikrofone sind.
4. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die von dem durchstimmbaren Tongenerator (1) erzeugten Schwingungen über einen Knochenleitungshörer (2) und einen direkt angekoppelten Schwingungsaufnehmer (3) an den Schädelknochen abgegeben werden.
5. Anordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Mikrofone (4, 4') mittels Adapter schalldicht in die Gehörgänge einsteckbar sind.
6. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen Schwingungsaufnehmer (3) und Auswerteeinheit (6) ein zusätzlicher Zweig (9) zur Einkopplung eines Bezugssignales in die Auswerteeinheit (6) vorgesehen ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

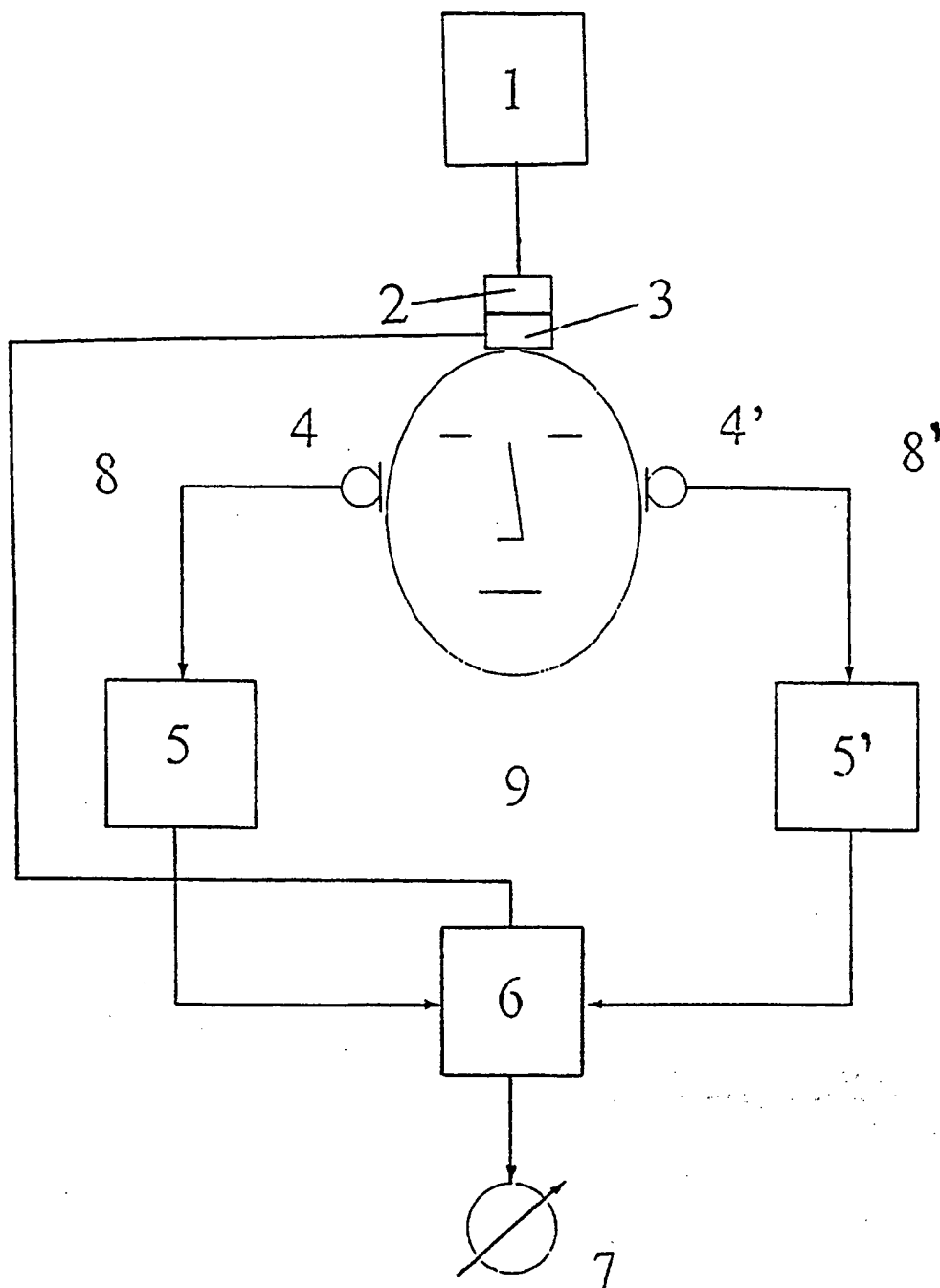


Fig. 1